

4. Composition and structure of tundra and forest-tundra communities on the eastern macroslope of the Polar Ural Mountains (area of Chernaya Mountain) // The Scientific Bulletin. Salekhard. 2006. No. 6 (1) (43). PP. 43–58 (in Russian).

5. Shiyatov S.G., Mazepa V.S. Contemporary Expansion of Siberian Larch in the Mountain Tundra of the Polar Urals // Russian Journal of Ecology. 2015. Vol. 46. No. 6. PP. 495–502.

---

УДК 630.228.12: 630.228.8: 630.907

## ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СРЕДНЕВОЗРАСТНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ СОСНЯКОВ ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ ПРИИРТЫШЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ГЛПР «СЕМЕЙ ОРМАНЫ»)

А.В. ДАНЧЕВА,

кандидат сельскохозяйственных наук,  
научный сотрудник Казахского научно-исследовательского института  
лесного хозяйства и агролесомелиорации,  
e-mail: a.dancheva@mail.ru  
(Казахстан, 021704, Щучинск, ул. Кирова 58)

С.В. ЗАЛЕСОВ,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
проректор по научной работе, заведующий кафедрой лесоводства  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
e-mail: pres-nir@usfeu.ru  
(620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37)

**Ключевые слова:** *естественные сосняки, сухие лесорастительные условия, биологическая устойчивость, рекреационная привлекательность.*

В работе представлены результаты исследований состояния естественных сосновых древостоев ленточных боров Прииртышья на основе использования показателя жизненного состояния. Объектом исследований являлись средневозрастные сосняки, произрастающие в сухих лесорастительных условиях (тип леса С2) государственного лесного природного резервата (ГЛПР) «Семей орманы». Исследования проводились на 4 пробных площадях, заложенных для изучения влияния лесохозяйственных мероприятий различной интенсивности на биологическую устойчивость, пожароустойчивость и рекреационную привлекательность сосняков Восточно-Казахстанского региона (ленточные боры Прииртышья). В результате проведенных исследований установлено, что жизненное состояние исследуемых сосновых древостоев оценивается как ослабленное. Проведен анализ степени изменения показателя жизненного состояния деревьев в зависимости от диаметра деревьев на высоте 1,3 м. Выявлено, что с увеличением деревьев отмечается снижение доли ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев и увеличение доли деревьев, характеризующихся как здоровые. Установлена тесная взаимосвязь между показателем жизненного состояния и ступенями толщины, которая аппроксимируется уравнением линейной функции. Рассмотрено распределение древесного запаса деревьев, относящихся к различным категориям жизненного состояния, по ступеням толщины. Определено, что основная доля древесного запаса сильно ослабленных и отмирающих деревьев приходится на мелкие деревья со средним диаметром 8–10 см. Выявлено, что снижение биологической устойчивости исследуемых сосняков происходит по причине присутствия в составе древостоя большого количества мелких деревьев, которые в большинстве случаев характеризуются как сильно ослабленные

и отмирающие. Удаление таких деревьев из состава древостоя не влияет существенным образом на значение общего древесного запаса, но при этом способствует повышению показателя жизненного состояния всего насаждения и, как следствие, повышению его биологической устойчивости, пожароустойчивости и рекреационной привлекательности.

## STUDYING OF STATE OF MIDDLE-AGED OF NATURAL PINE FORESTS IN BELT PINE FORESTS OF THE PRIIRTYSHYE (FOR EXAMPLE THE STATE FOREST NATURAL FENCED RESERVE «SEMEY ORMANY»)

A.V. DANCHEVA,

Department of Forestry, Kazakh Scientific Research Institute  
of Forestry and Agroforestry (KazSRIFA),

e-mail: a.dancheva@mail.ru

(Republic of Kazakhstan, 021704, the town of Shchuchinsk, st. Kirov, 58 )

S.V. ZALESOV,

Department of Forestry, Ural State Forest Engineering University (USFEU),

e-mail: zalesov@usfeu.ru

(620100, the town of Ekaterinburg, st. Sibirsky tract, 37)

**Keywords:** *natural pine forest, dry forest conditions, index of vital status, stage thickness, biological stability.*

In the result of conducted researches studied of state of middle-aged of natural pine forests in belt pine forests of the Priirtyshye based on using of index of vital status. Object of research are high-density middle-aged pine forests which grow in dry forest conditions (forest type C<sub>2</sub>) in the state forest natural fenced reserve «Semey ormany». Studies were conducted on 4 plots which planted for study the impact of different intensities of silvicultural operation on the biological stability, fire resistance and recreational appeal of pine forests of the East Kazakhstan region (belt pine forests of the Priirtyshye). The studies found that the vital status of the pine forest stands is rated as «weakened». It found that the degree of changing in the vital state depended on stage thickness trees. It was found that the with increasing stage of thickness marked decrease in the share «weak», «greatly weakened» and «dying» of trees and increase the share of trees, which are characterized as «healthy». It found that the relationship of index of vital status of pine forests with fineness of trees approximated by polynomial function. Has been considered distribution of the volume of growing stock, belonging to different categories of vital status according to stage thickness. It was found that the decrease of biological stability of study pine forests contributes to presence of large quantity of fine trees that characterized as «greatly weakened» and «dying». Removal of such trees from the stand composition will not influenced on strong change of total volume of growing stock, however, may be impacted on increasing of index vital status of all forest stand and, as a consequence, to increase its biological stability, fire resistance and recreational appeal.

### Введение

Государственный лесной природный резерват «Семей орманы» создан Постановлением Правительства Республики Казахстан № 75 «О реорганизации отдельных государственных учреждений Комитета лесного и охотничьего хозяйства Ми-

нистерства сельского хозяйства Республики Казахстан» от 22 января 2003 г. в целях сохранения и восстановления уникальных ленточных боров Прииртышья, выполняющих важные защитные функции и имеющих особую экологическую, научную, культурную и рекреационную

ценность, путём слияния Бегеневского, Бородулихинского, Букебаевского, Долонского, Жанасемейского, Жарминского, Канонерского, Морозовского, Новошувльбинского и Семипалатинского государственных учреждений по охране лесов и животного мира.

В связи с изменением функционального назначения лесов Республики Казахстан (РК) и в соответствии с новыми задачами, поставленными перед лесным хозяйством, актуальным становится поиск более точных методов прогноза процессов роста и развития древостоев, чтобы определить допустимую меру вмешательства в эти естественные процессы, регулировать их течение и обеспечить высокую долговечность и экологическую продуктивность лесных экосистем.

Изучение роста древостоев имеет многогранное значение и позволяет обосновать ряд лесохозяйственных мероприятий, направленных на выращивание высокопродуктивных экологически устойчивых насаждений. Для малолесных регионов, каковым является РК, чрезмерная эксплуатация лесных ресурсов приводит к снижению выполняемых ими экологических функций. Чтобы лесные насаждения сохраняли возможность оказания важных для жизни людей экологических функций, уже сейчас необходимо долгосрочное планирование такого управления ими, которое будет способствовать поддержанию баланса между производством лесной продукции и выполнением лесными насаждениями средозащитных функций.

#### Материалы и методы исследований

Районом исследований являлся государственный лесной природный резерват (ГЛПР) «Семей орманы», расположенный в Се-

веро-Казахстанской области Республики Казахстан.

По данным учета лесного фонда на 01.01.2007, общая площадь ЛГПР «Семей орманы» составляет 665,5 тыс. га, из них на долю покрытых лесом угодий приходится 398,6 тыс. га, или 59,9 %. Площадь, занимаемая сосновыми насаждениями, составляет 306,5 тыс. га, или 76,9 %, из которых 72,3 % составляют сосняки, произрастающие в сухих лесорастительных условиях (тип леса С<sub>2</sub>).

Насаждения сосны представлены преимущественно средневозрастными древостоями – 59,2 %. На долю молодняков приходится 20,4 %. Вся территория резервата относится к особо охраняемым лесным территориям, к территории государственного лесного фонда – лесам государственных природных резерватов.

Объектом исследований являлись сосновые древостои естественного происхождения. Пробные площади (ПП) были заложены в средневозрастных сосняках, произрастающих в сухих лесорастительных условиях (тип леса С<sub>2</sub>).

Изучение биологической устойчивости исследуемых сосняков проводилось на 4 пробных площадях, заложенных для исследования влияния лесохозяйственных мероприятий различной интенсивности на биологическую устойчивость, пожароустойчивость и рекреационную привлекательность сосняков Восточно-Казахстанского региона (ленточных боров

Прииртышья). Закладка ПП проведена согласно методическим рекомендациям [1]. Лесоводно-таксационная характеристика насаждений на пробных площадях проводилась на основании общепринятых в лесном хозяйстве методик [2]. ПП 1, 2, 3, 4 заложены в Семипалатинском филиале Батпаевского лесничества в кв. 128.

Определение жизненного состояния древостоя в целом и каждого дерева в отдельности проводилось по методике В.А. Алексева [3].

При показателе 80–100 % жизненное состояние древостоя оценивается как здоровое, при 50–79 % древостой считается поврежденным (ослабленным), при 20–49 % – сильно поврежденным (сильно ослабленным), при 19 % и ниже – полностью разрушенным.

Расчет относительного жизненного состояния всего древостоя производился по формуле

$$L_n = \frac{(100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4)}{N},$$

где  $L_n$  – относительное жизненное состояние, рассчитанное по количеству деревьев;  $n_1$  – количество здоровых;  $n_2$  – ослабленных;  $n_3$  – сильно ослабленных;  $n_4$  – отмирающих деревьев лесовоспроизводителя на ПП (или 1 га), шт.;  $N$  – общее количество деревьев (включая сухостой) на ПП или 1 га, шт.

#### Результаты исследований

Основные таксационные характеристики исследуемых сосновых древостоев представлены

в табл. 1. По данным табл. 1 объекты исследований – чистые по составу одновозрастные сосняки.

На момент закладки опытов возраст естественных насаждений составил 60 лет, что соответствует III классу возраста. Класс бонитета – IV.

Исследуемые насаждения относятся к высокополнотным, значение полноты которых в среднем составляет 1,3.

Достоверные различия сравниваемых средних значений высоты и диаметра между ПП отсутствуют, что подтверждается рассчитанным *t*-критерием Стьюдента, значение которого варьирует от 0,35 до 1,94 при табличном значении  $t_{0,05} = 1,96$ . Отсутствие достоверных различий подтверждает идентичность таксационных характеристик сосновых древостоев на заложенных ПП.

При оценке состояния исследуемых нами сосновых древостоев по показателю жизненного состояния  $L_n$  (см. табл. 1) установлено, что все древостои относятся к категории ослабленные,  $L_n$  72–76,0 %.

На основании ранее проведенных нами исследований [4] установлено, что показатель жизненного состояния исследуемого древостоя в целом не является достоверным показателем конкурентоспособности и дальнейшего существования деревьев, поскольку усредняет рассматриваемый показатель по категориям крупности. Поэтому наиболее точное представление о состоянии сосновых древостоев дадут характеристики состояния деревьев сосны отдельных категорий крупности на исследуемых ПП.

Как видно из данных, представленных на рис. 1, ряд распре-

деления деревьев в исследуемых естественных средневозрастных сосновых древостоях по ступеням толщины можно характеризовать как асимметричную одновершинную кривую, смещенную влево, в сторону более мелких ступеней толщины. Основная часть деревьев сосредоточена в ступенях 10, 12, 14 см с лидирующей позицией деревьев диаметром 8–10 см. На долю мелких деревьев (8 и 10 см) приходится до 28 %. Доля крупных деревьев (ступени толщины 22 и 24 см) сравнительно мала и составляет менее 9 %.

Кривая распределения деревьев по ступеням толщины

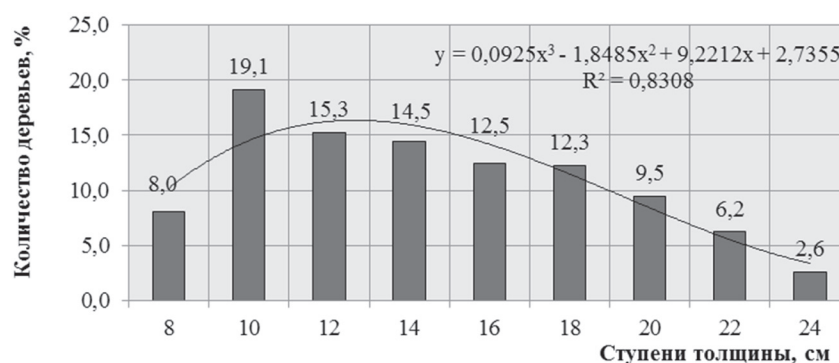


Рис. 1. Распределение деревьев сосны по ступеням толщины в естественных средневозрастных высокополнотных сосняках ГЛПР «Семей орманы»

Таблица 1

Таксационная характеристика естественных сосновых древостоев ГЛПР «Семей орманы»

Состав	Тип леса	Возраст, лет	Средние		Густота произрастания, шт./га		Полнота		Запас, м³/га		Класс бонитета	Класс Крафта	$L_n$ , %
			высота, м	диаметр, см	сырорастущие	сухостоя	абсолютная, м²/га	относительная	сырорастущие	сухостоя			
10С	С₂	60	13,0	14,9	2471	–	43,5	1,3	286,1	–	IV	II,5	72,3
10С	С₂	60	12,5	14,0	2675	–	41,3	1,3	265,5	–	IV	II,5	76,2
10С	С₂	60	12,9	14,7	2500	–	42,2	1,3	278,8	–	IV	II,8	74,5
10С	С₂	60	12,6	14,2	2800	–	44,1	1,4	284,1	–	IV	II,8	74,6

$L_n$  – относительное жизненное состояние.

в средневозрастных естественных сосновых древостоях, произрастающих в сухом типе лесорастительных условий, может быть описана уравнением полинома 3-й степени.

Распределение деревьев с различной оценкой жизненного состояния по ступеням толщины, приведенное на рис. 2, свидетельствует о закономерном увеличении доли здоровых деревьев сосны по мере увеличения их диаметра на высоте 1,3 м. Максимальное количество здоровых деревьев отмечается в ступенях 22 и 24 см – до 90–92 % от общего их количества. Следует отметить, что здоровые деревья присутствуют во всех ступенях толщины, кроме 8 см.

Обратная картина наблюдается в распределении деревьев, относящихся к категории жизненного состояния ослабленные и сильно ослабленные. Согласно данным рис. 2 наибольшая доля ослабленных деревьев отмечается в первых четырех ступенях толщины (8–14 см) – от 55 до 63 %. При этом доля участия здоровых деревьев минимальная – от 2,1 до 27,8 %. Начиная со ступени

16 см, наблюдается резкое снижение количества ослабленных деревьев, доля которых варьирует от 42 % (16 см) до 8 % (24 см).

В графике распределения сильно ослабленных деревьев наблюдается практически прямолинейная зависимость снижения доли их участия от мелких к более крупным деревьям. Наибольшее их количество отмечается в ступени 8 см – до 40 %, наименьшее – в ступени 16 см – до 2 % и полное их отсутствие – в ступенях толщины 18–24 см.

Деревья, характеризующиеся как отмирающие, присутствуют в незначительном количестве –

до 5 % – только в нижней 8 см ступени толщины.

Распределение по ступеням толщины деревьев с различной оценкой жизненного состояния в зависимости от общего их количества (рис. 3) свидетельствует о том, что в составе исследуемого древостоя преобладают ослабленные деревья в среднем до 47 % (табл. 2). Наибольшее их количество сосредоточено в ступенях толщины 10, 12 и 14 см – всего 29,5 %, наименьшее – в ступенях толщины 20, 22, 24 см – всего 5,4 %.

Деревья, характеризующиеся как здоровые, составляют

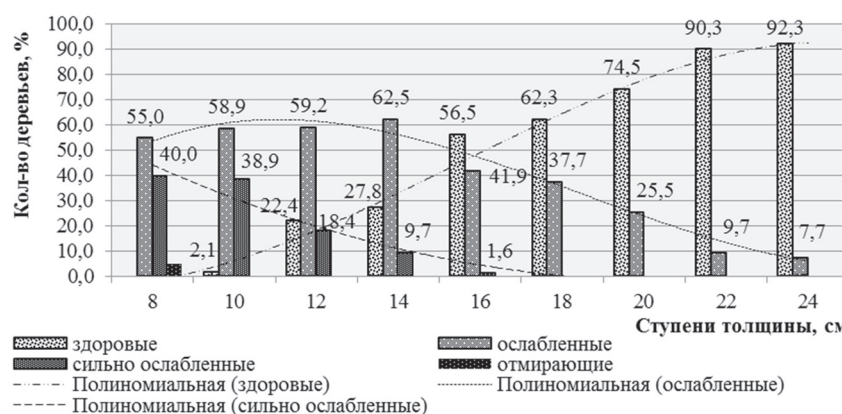


Рис. 2. Распределение деревьев сосны, относящихся к различным категориям жизненного состояния, по ступеням толщины в естественных сосновых древостоях ГЛПР «Семей орманы»

Таблица 2

Распределение деревьев с различной оценкой жизненного состояния по ступеням толщины в зависимости от общего количества деревьев в естественных сосняках ГЛПР «Семей орманы», %

Категории жизненного состояния	Ступени толщины, см									Итого
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
Здоровые	0,0	0,4	3,4	4,0	7,0	7,6	7,0	5,6	2,4	37,6
Ослабленные	4,4	11,3	9,1	9,1	5,2	4,6	2,4	0,6	0,2	46,9
Сильно ослабленные	3,2	7,4	2,8	1,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	15,1
Отмирающие	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Итого	8,0	19,1	15,3	14,5	12,5	12,3	9,5	6,2	2,6	100,0



в среднем 38 %. Наибольшая их часть сосредоточена в ступенях толщины 16, 18 и 20 см – до 57 %. Наименьшее количество здоровых деревьев отмечается в ступенях толщины 10 и 12 см – всего 3,8 %, или 10 % от их количества.

Деревья с оценкой жизненно-го состояния сильно ослабленные составляют в среднем 15 % и сконцентрированы в ступенях толщины 8, 10 и 12 см – до 89 % от общего количества деревьев.

Таким образом, приведенные выше данные распределения деревьев с различной оценкой жизненного состояния по категориям крупности в средневозрастных высокополнотных сосняках ГЛПР «Семей орманы» позволяют сделать вывод о том, что снижение среднего значения показателя их жизненного состояния происходит по причине присутствия в составе древостоя большого количества мелких деревьев (ступени толщины 8–12 см) с оценкой жизненного состояния ослабленные и сильно ослабленные.

В результате проведенного анализа установлена тесная взаимосвязь показателя жизненного состояния и размера деревьев, которая аппроксимируется уравнением линейной функции (рис. 4).

Важное место в изучении роста и развития сосновых древостоев имеет распределение запаса древостоя по ступеням толщины.

Данные, представленные на рис. 5, демонстрируют, что график распределения запаса древостоя смещен вправо, в сторону

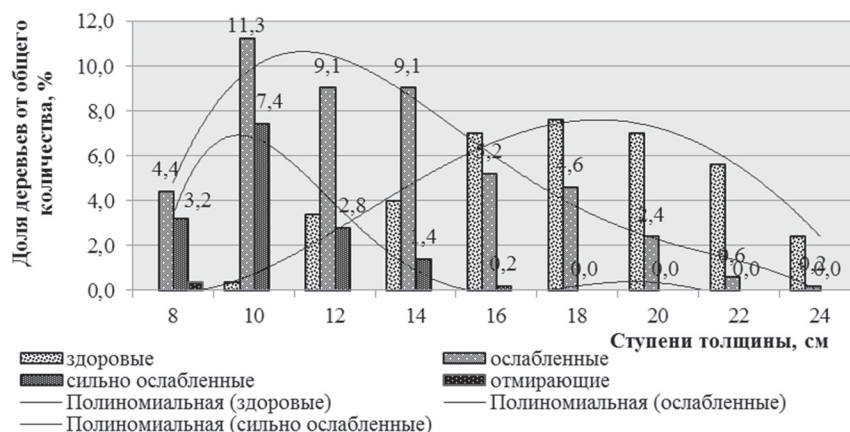


Рис. 3. Распределение деревьев с различной оценкой жизненного состояния по ступеням толщины в зависимости от общего количества деревьев в естественных сосняках ГЛПР «Семей орманы»

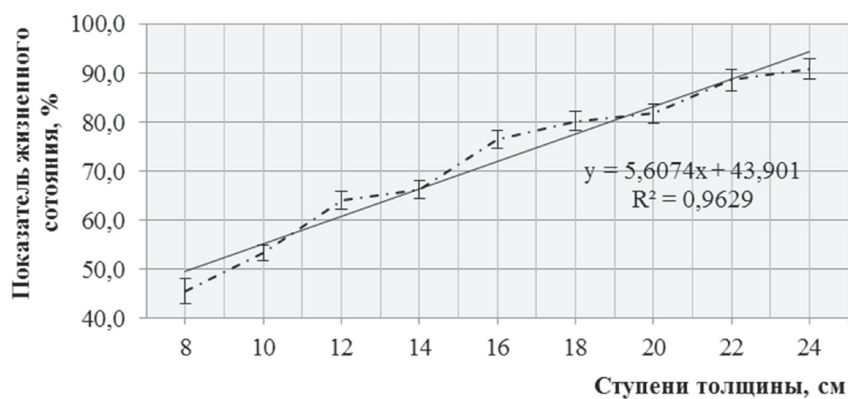


Рис. 4. Взаимосвязь показателя жизненного состояния деревьев с диаметром на высоте 1,3 м в естественных средневозрастных высокополнотных сосняках ГЛПР «Семей орманы»

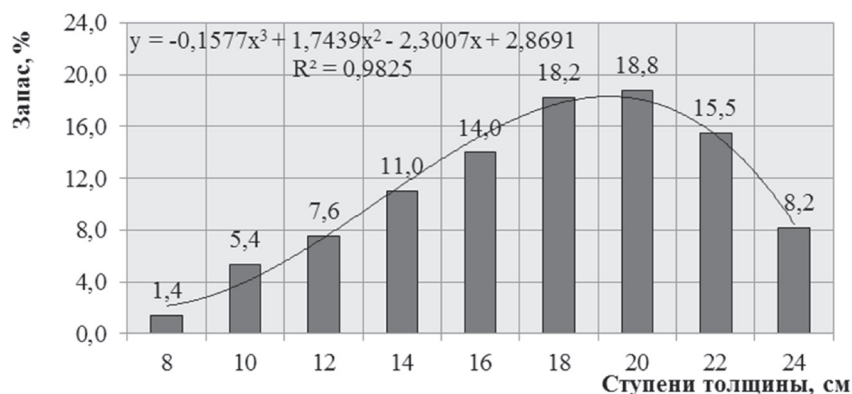


Рис. 5. Распределение древесного запаса по ступеням толщины в естественных средневозрастных сосняках ГЛПР «Семей орманы»

более высоких ступеней толщины. Максимальный запас деревьев характерен для ступеней толщины 16, 18 и 20 см, что составляет 61,1 % от общего древесного запаса, а минимальный – для ступеней 8 и 10 см (менее 4 %).

Кривая распределения древесного запаса по ступеням толщины в средневозрастных естественных сосновых древостоях, произрастающих в сухом типе лесорастительных условий, может быть описана уравнением полинома 3-й степени, подтвержденным достаточно высоким коэффициентом аппроксимации  $R^2$  (см. рис. 5).

Не меньшее значение в оценке состояния исследуемых сосняков играет распределение запаса деревьев различных категорий жизненного состояния, представленное в табл. 3. Данные табл. 3 свидетельствуют, что основную часть древесного запаса средневозрастных высокополнотных сосновых древостоев ГЛПР «Семей орманы» составляют деревья с оценкой жизненного состояния здоровые – до 57 %. На долю

сильно ослабленных и отмирающих деревьев приходится не более 6 %.

Рассматривая распределение запаса деревьев, относящихся к различным категориям жизненного состояния по ступеням толщины (рис. 6), можно отметить, что кривая распределения запаса здоровых деревьев смещена вправо, в сторону крупных деревьев. Наибольшая часть запаса здоровых деревьев приходится на ступени толщины 18–22 см – до 70 %. В мелких ступенях толщины (8–14 см) запас здоровых

деревьев не превышает 9 % от общего его значения.

Кривая распределения запаса деревьев с оценкой жизненного состояния ослабленные возрастает от тонких деревьев (8 см), где его значение составляет 0,6 % от общего запаса всего древостоя, или 1,7 % от запаса деревьев данной категории жизненного состояния, до максимального значения в ступенях 14 и 18 см (6,9–6,8 и 19,5–18,8 % соответственно) с последующим его снижением до 0,6 % от общего запаса древостоя в ступени толщины 24 см.

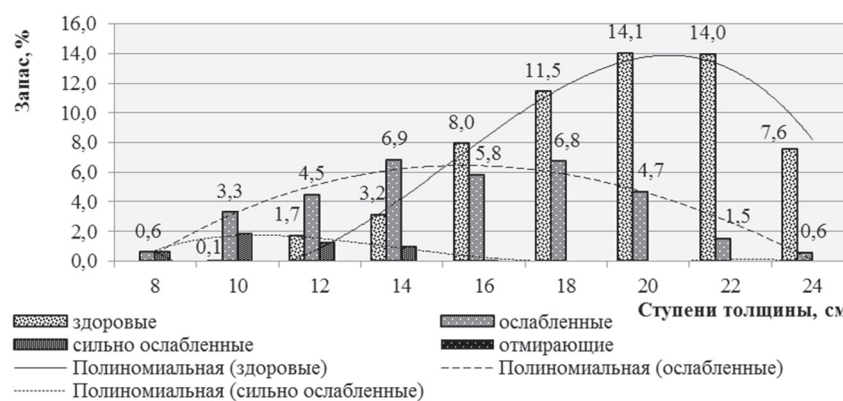


Рис. 6. Распределение запаса деревьев различных категорий жизненного состояния по ступеням толщины в естественных средневозрастных сосняках ГЛПР «Семей орманы»

Таблица 3

Распределение запаса древостоя в сосновых древостоях ГЛПР «Семей орманы» по категориям состояния, м<sup>3</sup>/га/ %

№ ПП	Категории жизненного состояния				Итого
	здоровые (100–80)	ослабленные (79–50)	сильно ослабленные (49–20)	отмирающие (19–0)	
Естественные насаждения					
2	<u>135.0</u> 50,8	<u>120.7</u> 45,5	<u>9.8</u> 3,7	<u>0.0</u> –	<u>265.5</u> 100,0
4	<u>167.4</u> 58,9	<u>97.7</u> 34,4	<u>18.0</u> 6,3	<u>1.0</u> 0,4	<u>284.1</u> 100,0
1	<u>171.6</u> 60,0	<u>105.7</u> 36,9	<u>8.8</u> 3,1	<u>0.0</u> –	<u>286.1</u> 100,0
3	<u>157.4</u> 56,5	<u>96.6</u> 34,6	<u>24.8</u> 8,9	<u>0.0</u> –	<u>278.8</u> 100,0
Среднее по ПП	<u>157.9</u> 56,6	<u>105.2</u> 37,9	<u>15.4</u> 5,5	<u>0.3</u> 0,1	<u>278.6</u> 100,0

Доля запаса сильно ослабленных деревьев не превышает 6 %, максимальное его значение отмечается в ступенях толщины 10 и 12 см – 1,9 и 1,3 % от общего запаса древостоя, или 37,2 и 25,5 % соответственно от запаса деревьев данной категории жизненного состояния.

Рассматривая соотношение древесного запаса ослабленных и здоровых деревьев по ступеням толщины, можно отметить, что в диапазоне более мелких ступеней толщины (8–14 см) имеется соотношение запаса

ослабленных к запасу здоровых деревьев от 33:1 (10 см) до 2,2:1 (14 см), начиная со ступени 16 см, и меняется в противоположную сторону от 1:1,4 (16 см) до 1:13 (24 см).

### Выводы

1. Отмеченное преобладание в древостое ослабленных и сильно ослабленных деревьев существенно влияет на общий показатель жизненного состояния всего древостоя.

2. Поскольку основная доля ослабленных и сильно ослаблен-

ных деревьев приходится на мелкие ступени толщины (8–12 см) – до 62 % от их количества, а древесный запас таких деревьев при этом не превышает 12 % от общего запаса всего древостоя, то их удаление из состава древостоя приведет не только к повышению показателя жизненного состояния исследуемых сосняков и, как следствие, к повышению их биологической устойчивости на данном этапе развития, но также повысит пожароустойчивость и рекреационную привлекательность сосновых древостоев.

### Библиографический список

1. Основы фитомониторинга: учеб. пособие / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова. Изд. 2-е, доп. и перераб. Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. 88 с.
2. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.
3. Алексеев В.А. Диагностика повреждений деревьев и древостоев при атмосферном загрязнении и оценка их жизненного состояния // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 38–53.
4. Данчева А.В., Залесов С.В., Муканов Б.М. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника: моногр. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 195 с.

### Bibliography

1. The basis of fitomonitoring: The study guide / N.P. Bunkova, S.V. Zalesov, E.A. Zoteeva, A.G. Magasumova. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University (USFEU), 2011. 88 p.
  2. Dancheva A.V., Zalesov S.V. Ecological monitoring of recreational forest stand: a study guide. – Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University (USFEU), 2015. 152 p.
  3. Alekseev V.A. Diagnosis of damage to trees and forest stands at air pollution and assessment of their living conditions // Forest ecosystems and air pollution. Leningrad: Nauka, 1990. P. 38–53.
  4. Dancheva A.V., Zalesov S.V., Mukanov B.M. The impact of recreational pressure on the state and the stability of pine forests of Kazakh Hill: a monograph. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University (USFEU), 2014. 195 p.
-